

乙級技術士考試與教學適用

工業配線學

鄭恩澤 合著
陳逸宏

內 容

1. 工業配電元件
2. 電路之開關設備
3. 低壓配電設計
4. 高壓配電設計
5. 相關事項及法規

興業圖書股份有限公司印行

乙級技術士考試與教學適用

工業配線學

內 容

1. 工業配電元件
2. 電路之開關設備
3. 低壓配電設計
4. 高壓配電設計
5. 相關事項及法規

興業圖書股份有限公司印行

乙級技術士考試與教學適用

工 業 配 線

版權所有・翻印必究

編著者：鄭 恩 澤 · 陳 逸 宏

發行人：王 志 康

出版者：
印刷者：興業圖書股份有限公司

台南市勝利路一一八號

電話：(062)373253 號

郵撥：南字 3 1 5 7 3 號

新聞處登記證：局版台業字第0410號

基本定價伍元

中華民國六十八年九月一版

工 業 配 線

第一部 工業配線元件.....	1
1-1-A 低壓熔絲.....	2
1-1-B 高壓電力熔絲.....	6
1-2 無熔絲開關.....	12
1-3 電磁開關.....	25
1-4 積熱過電流電驛.....	38
1-5-A 限時電驛.....	43
1-5-B 3 E電驛.....	49
1-6 按鈕開關.....	57
1-7 電路切換開關.....	59
1-8 電流切換開關.....	60
1-9 電壓切換開關.....	71
1-10 附殘留接點之控制開關.....	77
1-11 計器用變成器.....	80
1-11-A 比壓器.....	80
1-11-B 比流器.....	90
1-12 單相及多相珎特計.....	108
1-13 單相及三相珎時計.....	122
1-14 單相及多相之乏時計.....	122
1-15 功率因數計.....	130
1-16 避雷器.....	136
1-17 保護電驛.....	142
1-17-A 概 說.....	142

1-17-B	基本原理	143
1-17-C	過電流電驛	148
1-17-D	過電壓保護電驛	160
1-17-E	低電壓保護電驛	165
1-17-F	小勢力過電流電驛	167
1-17-G	選擇性接地保護電驛	168
第二部 電路的開關設備		175
2-1	開關設備分類	177
2-2	斷路器	180
2-2-A	電 弧	180
2-2-B	消弧與交直流及功因之關係	181
2-2-C	斷路器開斷之暫態問題與再襲電壓	182
2-2-D	消弧之基本方法	185
2-2-E	消弧材料	187
2-2-F	自力消弧與他力消弧	188
2-3	斷路器的分類	189
2-4	斷路器的額定值	209
2-5	油斷路器之電動控制電路	216
2-5-A	投入機構	217
2-5-B	機械保持鎖鈎裝置	217
2-5-C	跳脫機構	219
2-5-D	輔助電驛，開關組，控制電路及其他	219
2-5-E	控制電路之配線	227

第三部 低壓配線設計 230

3-1 低壓第一小題.....	237
3-1-A 試題部分.....	237
3-1-B 主線路設計.....	245
3-1-C 控制電路設計.....	252
3-1-D 器具之選擇.....	261
3-2 低壓第二小題.....	266
3-2-A 試題部分.....	266
3-2-B 主線路設計.....	274
3-2-C 控制電路設計.....	277
3-2-D 器具之選擇.....	286
3-3 低壓第三小題.....	289
3-3-A 試題部分.....	289
3-3-B 主線路設計.....	297
3-3-C 控制電路設計.....	304
3-4 低壓第四小題.....	310
3-4-A 試題部分.....	310
3-4-B 主線路設計.....	318
3-4-C 控制電路設計.....	324
3-5 低壓第五小題.....	333
3-5-A 試題部分.....	333
3-5-B 主線路設計	
3-5-C 控制電路設計	

第四部 高壓配線設計及電纜處理 352

4-1 高壓第一小題.....	353
4-1-A 試題部分.....	353

4-1-B 解答部分	361
4-2 高壓第二小題	368
4-2-A 試題部分	368
4-2-B 解答部分	377
4-3 高壓第三小題	382
4-3-A 試題部分	382
4-3-B 解答部分	391
4-4 電纜分類及處理	395
4-4-A 概 說	395
4-4-B C V電纜之處理	397
4-4-C 三心電纜之終端處理	403
4-4-D 遮雨罩之安裝	404
4-5 表計圖說	405
附錄A 工業用電、低壓電力及高壓電力	413
A-1 表 燈	413
A-2 綜合用電	415
A-3 低壓電力	416
A-4 高壓電力	418
A-5 契約容量之決定	420
A-6 表燈及電力用電流動電費計算式	421
附錄B 接地工程	424
B-1 接地工程	424
B-2 地線工程	426
附錄C 符號及代字	434
C-1 電力設備符號	435

C-2	計器符號	445
C-3	指示燈符號	448
C-4	電驛符號	449
C-5	接線符號	457
C-6	電驛及自動控制設備代用號碼表	473

附錄D 電動機之特性483

D-1	中國國家標準CNS-2934-C229低壓三相鼠籠型感應電動機(一般用E種絕緣)	483
D-2	交流單相電動機滿載特性	489
D-3	交流三相電動機之全載電流表	490
D-4	電動機之Code Letter與起動電流之關係	491
D-5	電動機分路及電動機過載保護表(錄自美規)	492
D-6	低壓普通鼠籠型電動機	493
D-7	低壓1號特種鼠籠型電動機	494
D-8	低壓1號特種鼠籠型電動機	495
D-9	低壓2號特種鼠籠型電動機	496
D-10	低壓2號特種鼠籠型電動機	497
D-11	低壓線繞轉子型電動機	498
D-12	低壓普通鼠籠型電動機	499
D-13	低壓特種鼠籠型電動機	500

附錄E 電纜、裸銅線及電容之附表501

E-1	601~5000V遮蔽型一心交連PE電纜	501
E-2	601~5000V遮蔽型三心交連PE電纜	502
E-3	8001~15000V單心交連PE電纜	503
E-4	8001~15000V三心交連PE電纜	504
E-5	裸銅線安全電流表	505

E — 6	功率因數與電容器容量.....	506
E — 6 — 1	士林牌高壓電容器.....	508
E — 6 — 2	士林牌低壓電容器規範表.....	509

第一部

工業配線元件

在從事工業配電之前，除了相關之法令，及配線技巧必須有所瞭解外，尤其對於配電線路必須有深入之研究。近世之工業進展一日千里，生產過程及機器之操作早由舊式的手控方式演變為自動之一貫作業，非但一般正常操作可用機電元件自動控制外，縱令系統或設備發生故障時，亦可經由自動控制電路將故障部份隔離，以避免故障的蔓延或其他受電系統受其影響。因此，目前之工業配線的重點可以說是有關之自動控制電路的設計及配線了。在探討自動控制電路之前，我們應先對於自動控制元件有所瞭解，以下就是一些常用之控制元件的介紹。

1-1-A 低壓熔絲 (Fuse)

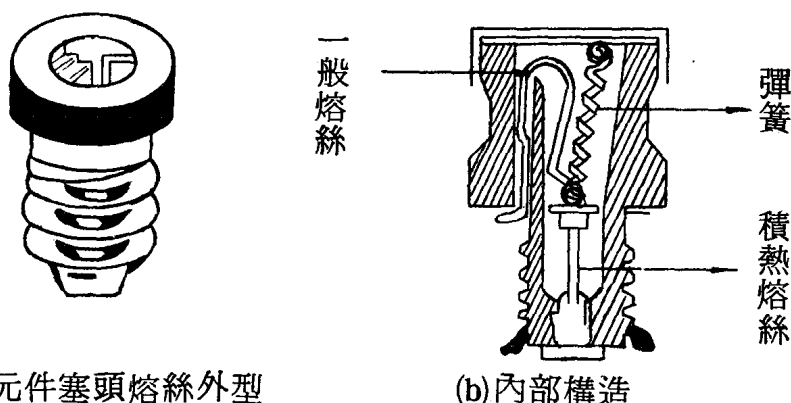
根據電工法規屋內規則第六節過電流保護第二十三條有關低壓熔絲之規定，可知熔絲之標準額定安培值有：1，3，5，7，10，15，20，30，50，60，75……等。又可知熔絲之種類有：

1. 塞頭形熔絲：額定電壓不超過 125 伏特，額定電流分 0～15 安培，16～20 安培及 21～30 安培等三級。且各級尺寸不同，以免誤接。塞頭形熔絲又分為一般性塞頭熔絲 (Ordinary plug type fuse) 及雙元件塞頭形熔絲 (Dual-element plug type fuse 或稱 D type fuse)，其構造及用途如下：

(a) 一般性塞頭熔絲：適用於保護白熾燈及電熱器之分路保護，其外形及構造如下：

(b) 雙元件塞頭熔絲：在熔絲器內串聯兩種熔斷特性不同之熔絲，一為額定電流較大，熔斷快速的一般性熔絲（快動作特性）。一

為額定電流值較小，而熔斷較慢之積熱熔絲（慢特性）。適用做為各種負載之分路及小型電動機的過載保護。其構造圖及外形如下所示。



(a)雙元件塞頭熔絲外型

(b)內部構造

圖 1-1 雙元件塞頭熔絲之構造圖

以下則為西德西門子出品之塞頭型雙元件熔絲的規格表：

西德西門子（SIEMENS）製之D形熔絲

（臺電電業字第 6120 - 0626 號審查合格）

本熔絲亦屬筒形限流熔絲，但利用熔絲座（其大小及螺紋規格分為五種）及蓋部之特殊構造而直裝之，狀似栓子，其額定電壓為 500 V，其熔斷特性分為快動作及慢動作兩種。啓斷容量在 50 KA 以上（但熔絲額定電流在 50 A 以下者，IC 在 80 KA 以上）。茲列出電流規格於下。

型 式	規 格	電流額定 (A)	快動作 編 號	慢動作 編 號	D 型熔絲座之 螺紋規格及容量
NZ 及 TNDZ	Size I	2,4,6,10 16,20,25	5SA1	5SA2	E 16, 25A
DZ 及 TDZ	Size II	2,4,6,10 16,20,25	5SB1	5SB2	E 27, 25A
DZ 及 TDZ	Size III (DIII)	35,50, 63	5SB3	5SB4	E 33, 63A
DZ 及 TDZ	Size IV (DIVH)	80,100	5SC1	5SC2	R 4/1,100A
TDZ	Size V (DVH)	125, 160,200	5SC4	—	R 2", 200A

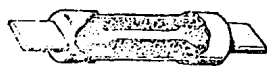
表 1-1 塞頭型雙元件之規格表

2 管形熔絲：係將一可熔體封入一絕緣耐火管內的封閉熔絲，因散熱不易，熔斷時間縮短。其額定使用電壓不得超過 600 伏特。分為 0 ~ 600 安及 601 ~ 6000 安兩大類，每類又分為許多級，其尺寸大小相異以免誤接。由熔斷特性分為以下三類：

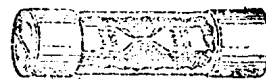
(a) 一般性非更換熔絲 (Ordinary one-time cartridge fuse)：適合用於不常發生故障之主幹線或幹線。熔斷後就無法再使用。

(b) 延時性更換型熔絲 (Time-delay-renewable cartridge fuse)：用於常發生故障之主幹線或幹線，因熔絲熔斷後可更換再使用。

(c) 雙元件管形熔絲：包括快特性之一般性熔絲，及慢特性的積熱熔絲。因此可容許電動機瞬間的起動電流通過。但在過載或短路之情形下，又可自行熔斷達到保護的目的。其外形如下圖所示。



(a) 刀型端子型管型熔絲



(b) 管型端子型管型熔絲

圖 1 - 2 管型熔絲外型

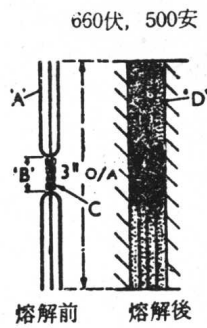
3 線狀熔絲：指露裝保險絲，額定電壓為 250 伏特，額定電流不得超過 50 A。

4 鏈熔絲：指露裝保險絲片。額定電壓為 250 伏特，電流最大不得超過 300 A。

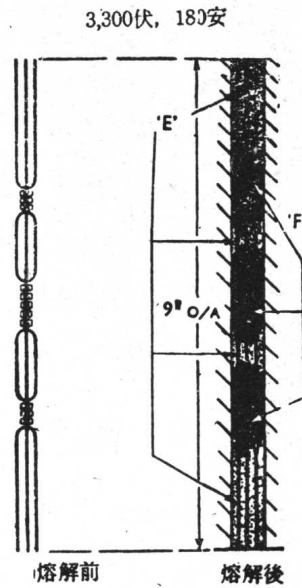
5 高開斷容量熔絲：屬於管狀熔絲之一種。筒身外殼係以陶瓷製，有耐熱及低膨脹係數特性，可抵抗內部高壓。熔斷元件為銀線。因銀金屬可避免氧化，能量消耗少且截止效應佳，其外形及構造如下圖所示。



(a)



(b)



(c)

- A 用以使中段之熱量易於傳導之外線。
 B 此中段熔線之長度與直徑可控制時間電流曲線，電弧亦局限於此部份。
 C 防熱小套環。
 D 化學處理過的石英填充物。
 E 未熔解元件之加強部份，不與填充物發生作用。
 F 由中段熔線熔解後與填充物所形成之不導電固體心。應注意其中並無使氣體洩出之途徑。

(a)高開斷容量熔絲外形 (b)低壓熔絲內部結構 (c)高壓熔絲內部結構
部結構

圖 1 - 3 高開斷容量熔絲

其熔斷元件動作的過程為：

- (a) 銀線熔解
 (b) 銀金屬氣化

(c) 銀氣與滅弧材料融合一固體

(d) 電弧被(c)項融合物熄滅

在此過程中所導致的電現象爲：

(a) 銀氣與粉末化學反應，變爲高電阻物質。

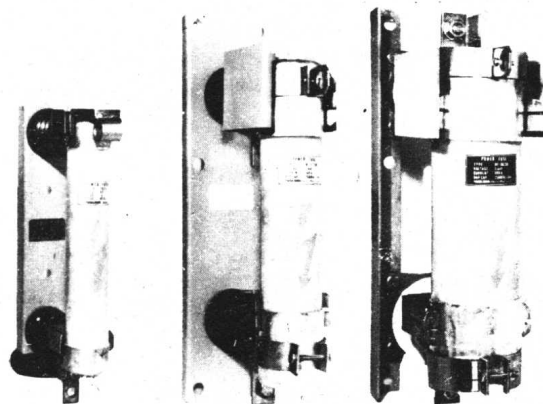
(b) 高電阻轉變爲絕緣體，因此故障電流隨着內部高溫而下降。

(c) 故障電流之突然變動瞬刻（發弧時），由於能量之突變，產生暫態電壓於熔斷器中。

1-1-B 高壓電力熔絲 (Power Fuse, P.F)

電力熔絲如依電壓來分有高壓及低壓二種。低壓在 600 伏特以下。而高壓範圍約自 2.5 KV 至 138 KV。高壓熔絲在故障電流通過時，熔斷其內部之熔斷元件（銀線），而將故障部份隔離。依照其斷流的過程可分爲限流型（密閉性）及非限流型（開放型）兩種。

(1) 限流型保險絲：在磁製（或合成樹脂製）圓筒內裝有消弧材料，石英粉，大理石粉，硼酸粒，用以吸收銀絲熔斷時所產生之銀氣體，並強迫冷却熄弧以及消音，因此熔斷時沒有火花。該型熔絲在系統短路之短路電流達到最高值前即行熔斷以限制短路電流，其構造有如圖中所示。



OFHD-3B25 OFH-3C25B OFH-3D25B
100A 200A 400A

安川牌

圖 1-4(a) 安川牌限流型電力熔絲外型

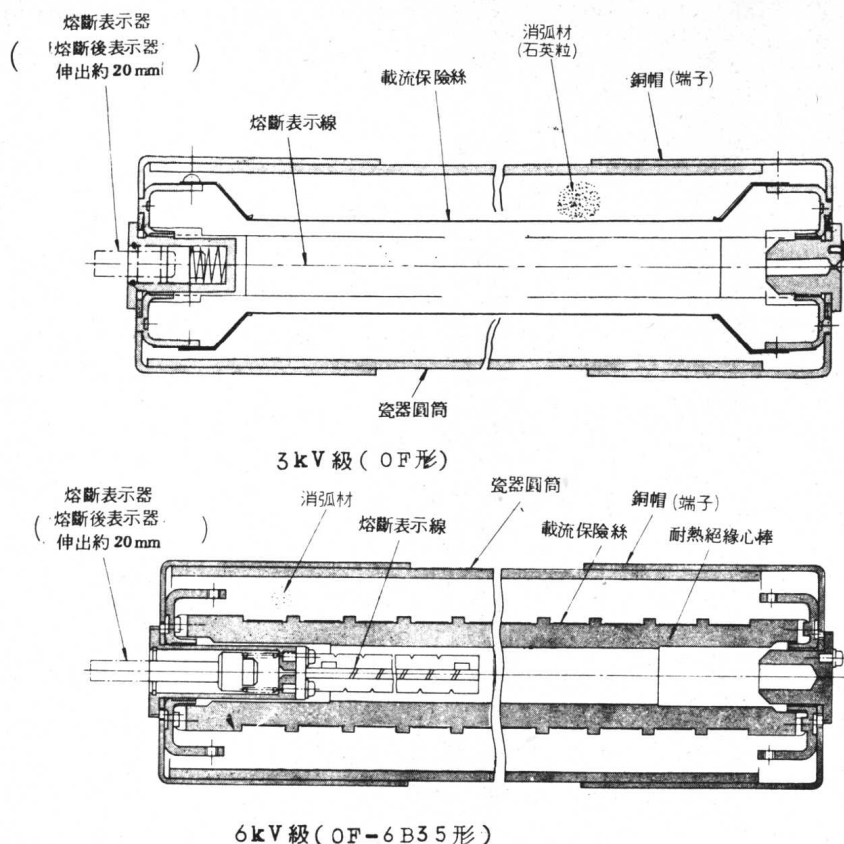


圖 1-4 (b) 電力熔絲之內部結構

限流型電力熔絲的熔斷過程與高開斷容量的熔斷過程相同，讀者可參考低壓熔絲。其熔斷特性及曲線有如下圖所示。由熔斷曲線可看出，其截止時間 a 發生在最大電流之前。

限流型熔絲的優點為：①體積小，不佔空間。②遮斷容量大。③遮斷速度快，可減輕故障機器之損害。④不噴弧。其缺點為：①遮斷（ a 點）時發生異常電壓。②高電壓大電流者不易製作。③遮斷不確實，小電流不易遮斷。④熔絲元件易受電暈損壞。

最大啓斷時間，容許電流特性(Max. Interruption time,
allowable current characteristics)

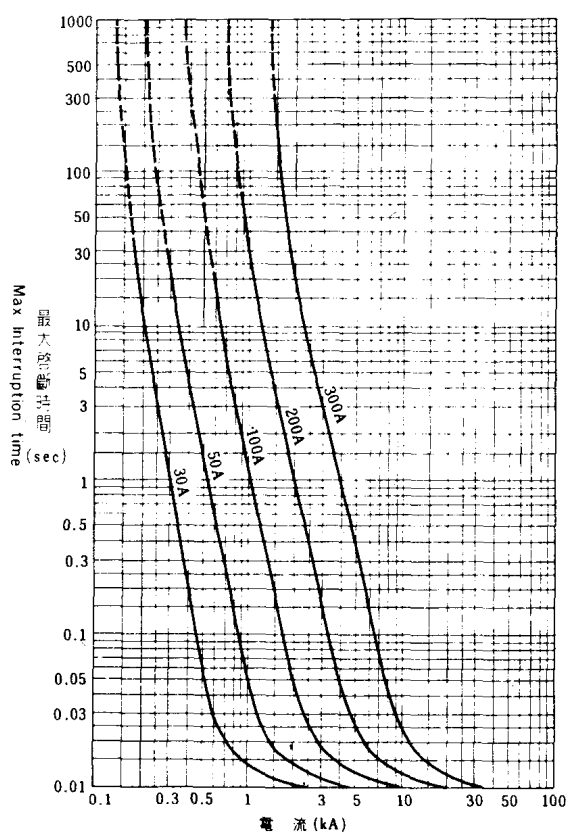


圖 1 - 5 : OF 型最大啓斷時間—電流特性
(OF Type Max. Interruption time-Current
characteristics)